



Unapređenje projektiranja i sklapanja plinske mjerno-redukcijske stanice

Improvement of planning and assembly of gas metering and reducing station

F. Strsoglavac, Z. Kunica^{1,*}

¹Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska

*Autor za korespondenciju. E-mail: zoran.kunica@fsb.hr

Sažetak

Radom se razmatra plinska mjerno-redukcijska stanica koja se realizira prema projektima tvrtke Plinacro d.o.o. S obzirom da je riječ o malim proizvodnim količinama, tipično, proces montaže nije obuhvaćen projektiranjem, već se izvedba sklapanja prepušta vještini specijaliziranih izvođača. Ipak, s obzirom na razvijenost softverskih alata, situacije proizvoda malenih proizvodnih količina danas predstavljaju velik potencijal za značajna unapređenja. U radu su prikazani rezultati računalnog oblikovanja stanice i procesa montaže njezine mjerne linije. Načinjen je plan montaže u okviru kojega su određivana vremena montaže sustavom MTM i softverom DELMIA.

Abstract

The paper discusses the gas metering and pressure reducing station, which is implemented according to the projects of the company Plinacro d.o.o. Given that this is a production of small quantities, typically, the process of assembly is not included in planning, and assembly execution is left to the specialised and skilled workers. However, due to development of software tools, the situations of products in small production quantities now represent the large potential for significant improvements. This paper presents the results of computer design of station and the assembly process of its measuring line. The assembly plan has been made, where assembly execution times are determined by the MTM system and DELMIA software.

Ključne riječi: plin, mjerno-redukcijska stanica, projektiranje, sklapanje, CAE

1. Uvod

Transport prirodnog plina je regulirana energetska djelatnost koja se obavlja kao javna usluga i predstavlja osnovnu djelatnost tvrtke Plinacro d.o.o. Mjerno-redukcijska stanica, jest objekt plinovodnog sustava u čijim uređajima se smanjuje tlak prirodnog plina na tlak distributivne plinske mreže ili neki drugi tlak potreban za potrošače izravno priključene na plinovodni sustav te se provodi mjerenje isporučenih količina plina. Projektiranje i montaža



mjerno-redukcijske stanice povezuje inženjerska područja strojarstva, građevinarstva i elektrotehnike, te je time potrebno riješiti razne tehničke, zakonodavne i organizacijske probleme, a pri tome nastojati primijeniti načela istodobnog inženjerstva [1].

2. Projektiranje mjerno-redukcijske stanice

Glavni projekt mjerno-redukcijske stanice izrađuje projektni ured na temelju projektnog zadatka tvrtke Plinacro d.o.o., dok se izvođači projekta biraju na javnom natječaju. Glavni projekt sadržava strojarski, elektrotehnički, građevinski projekt i projekt vođenja procesa.

Sa stanovišta montaže, najzanimljiviji dio glavnog projekta jest strojarski projekt u kojemu se navode specifikacije montažnih radova i upute za montažu strojarske opreme. Strojarskim projektom oprema i materijal su podijeljeni za redukcijsku i mjernu liniju zasebno te su prikazani po količini. Po količinskoj podjeli se ne može raspoznati struktura proizvoda (nisu definirani stupnjevi ugradnje) [2]. Prema strojarskom projektu, sve radove sklapanja izvodi izvođač koji je opremljen potrebnom radnom opremom, alatom, priborom, napravama i potrošnim materijalom, i koji ima na raspolaganju vještu iiskusnu radnu snagu za kvalitetno obavljanje ovakve vrste posla.

Trenutačno, tijekom projektiranja ne izrađuje se plan montaže te nisu korišteni suvremeni 3D CAD/CAM/CAE programski paketi koji bi omogućili jednostavniji pregled, razvoj, analizu i izmjenu proizvoda. Razmatranjem izradbe i montaže već tijekom oblikovanja (konstruiranja) proizvoda postiglo bi se značajno sniženje troškova proizvodnje i smanjenje potrebnog vremena montaže. [3] Nadalje, kako bi se proces montaže što efikasnije odvijao, potrebno je izraditi plan montaže. Ovisno o shvaćanju i uvjetima izrade, plan poprima različite oblike i obuhvaća različite sadržaje, kao što su: definiranje redoslijeda sklapanja, određivanje rasporeda ugradbenih dijelova, definiranje elemenata rada, određivanje vremena, izradu grafa prethodnosti, dodjelu elemenata rada radnim mjestima, oblikovanje/specificiranje montažnih sredstava i sustava te izradu radne dokumentacije.

Za određivanje vremena izvođenja montaže, ovisno o zahtijevanoj točnosti i projektnom zadatku, u fazi planiranja procesa, koriste se: metoda procjene i usporedbe, računaska metoda, i sustavi unaprijed određenih vremena. Sustavi unaprijed određenih vremena su postupci koji se temelje na raščlani elemenata rada u osnovne pokrete, kojima se dodjeljuje unaprijed određeni standard vremena, određen prirodom pokreta i uvjetima izvođenja. Određivanjem osnovnih pokreta i dodjeljivanjem odgovarajućih vremena, određuje se vrijeme potrebno za izvođenje elemenata rada. Najpoznatiji sustavi unaprijed određenih vremena su *Work Factor* (WF) i *Methods-Time Measurement* (MTM) [4].

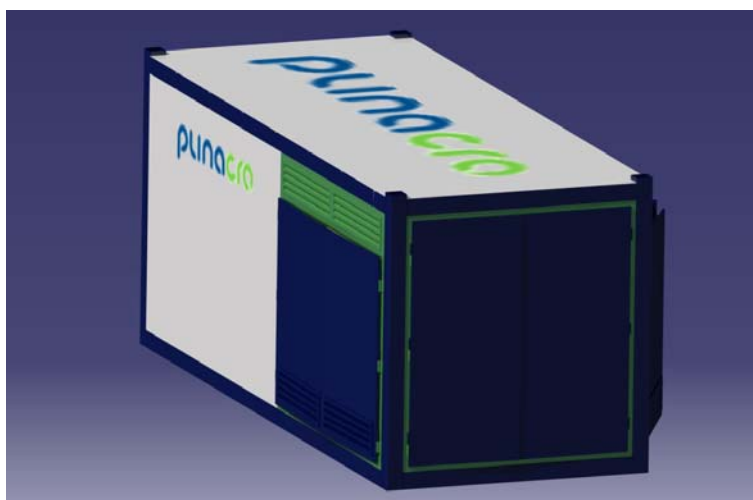
3. Model mjerno-redukcijska stanice

Općenito, MRS obavlja sigurnosnu funkciju: ograničenje tlaka u „nizvodnom“ dijelu sustava na sigurnu vrijednost. U većini slučajeva ova funkcija je osigurana uz dodatne sigurnosne uređaje ili čak i drugi, rezervni regulator. Regulatorske stanice su stoga vrlo pouzdane. U nekim stanicama vrši se mjerenje protoka plina tako da i ta funkcija obično utječe na oblik stanice.



Shematski prikaz funkcionalnih relacija cjevovoda, instrumenata i opreme unutar MRS-a prikazuje se dijagramom P&ID (od engleskog izraza *Piping and Instrumentation Diagram*) sa simbolima koji prikazuju: cjevovode s grananjem, redukcije, ventile, te svu ostalu standardnu i nestandardnu opremu, instrumente i elemente. Uglavnom, P&ID dijagrami i ostali tehnički crteži izrađuju se u AutoCAD-u (crtanje u 2D). Korištenjem 3D CAD/CAM/CAE programskih paketa moguće je izraditi virtualni trodimenzionalni model stanice te upotrijebiti taj model za simulaciju procesa sklapanja.

Model mjerno-redukcijske stanice izrađen je u programskom paketu CATIA [2, 5 i 6]. Najprije je modeliran kontejner (Slika 1.) u kojem će se montirati oprema mjerno-redukcijske linije MRS-a.

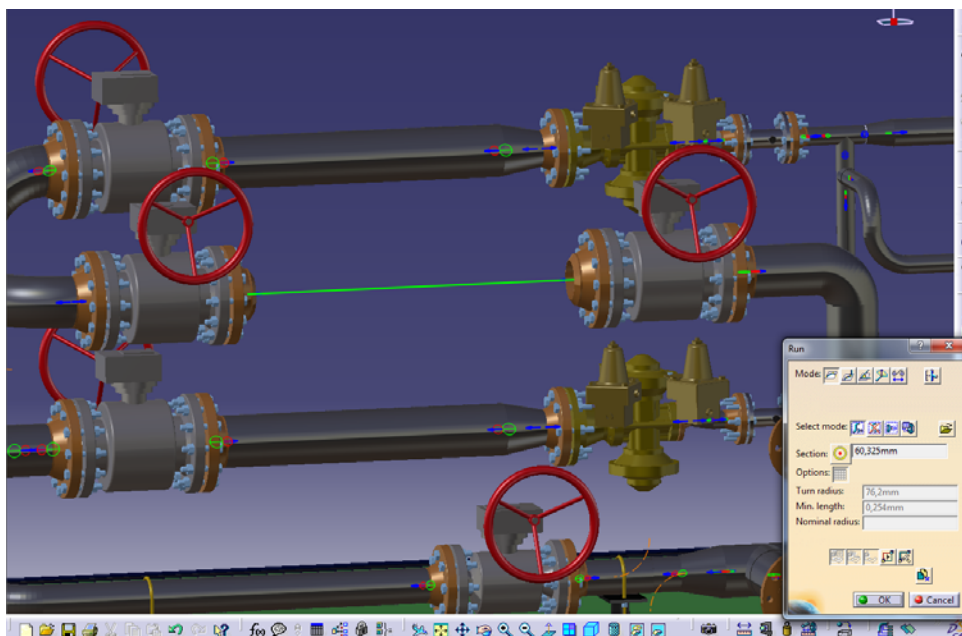


Slika 1. Model kontejnera MRS-a

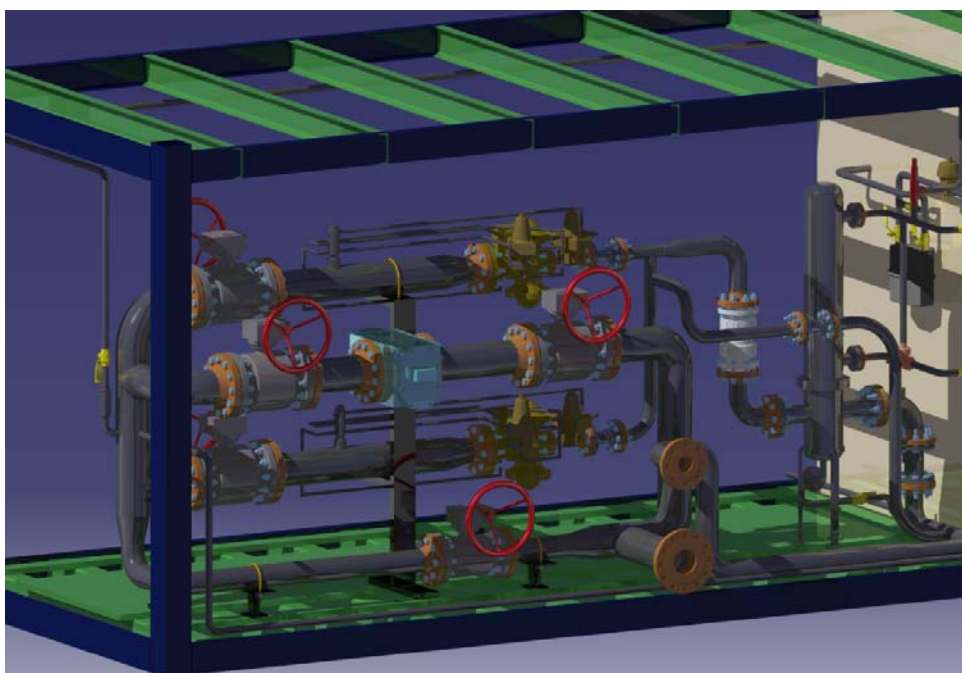
Odabirom funkcije *Equipment & Systems-Piping Discipline-Piping Design*, moguće je modeliranje cijevne linije tj. sklapanje cijevi i cijevnih elemenata (koljena, T-komada, redukcijskih komada i slično), prirubnica, brtvi i ventila standardnih dimenzija u funkcionalnu cjelinu. Pri odabiru ventila i cijevnih elemenata potrebno je odabrati željene karakteristike, nazivni promjer i klasu. Ako se cijevni element spaja na postojeću cijev, onda je samo slaganje cijevne linije olakšano automatskim prepoznavanjem standardnog promjera cijevi na koji se spaja cijevni element te se shodno tome vrši automatska prilagodba dimenzija cijevnog elementa. *Piping Design* prikazuje cijevi, prirubnice i brtve s točnim vanjskim dimenzijama ali bez prikaza provrta. Prikaz ventila je podjednako pojednostavnjen te se glavna funkcija i obilježja ventila prikazuje simbolima. Takav prikaz cijevnih elemenata je sličan shematskom prikazu cjevovoda u dijagramu P&ID, pri čemu je važno prikazati funkcionalni raspored cijelog sustava (tzv. principijelno tehničko rješenje) a ne sve elemente za ostvarenje te funkcije (kao što su provrti na prirubnicama, vijci i matice, zavari). Kako je u ovome radu naglasak na montaži, model stanice u CATIA-i kasnije ipak mora sadržavati prikaz vijčanih spojeva (vijaka i matica) te će shodno tome biti potrebno izraditi modele prirubnica i ventila kako bi se mogli odrediti elementi plana montaže (razrada tehničkog rješenje) [6].



Modeliranje mjerno-redukcijske linije MRS-a započinje raspoređivanjem ventila i opreme unutar kontejnera, korištenjem funkcija *Assembly Design*, a prema tehničkoj dokumentaciji strojarskog projekta. Zatim se dodaju brtve i priрубnice s vijcima i maticama na odgovarajuća mjesta te se spajaju cijevima (Slika 2.). Moguć je i suprotni postupak, naime, da se postavi cijevna linija u prostoru, a onda na nju direktno postavljaju cijevni elementi, koljena, T-komadi, redukcijski komadi i drugo. Postavljanjem svih cijevnih linija model mjerno-redukcijskog dijela MRS-a je dovršen (Slika 3.).



Slika 2. Umetanje cijevi i spajanje s cijevnim elementima



Slika 3. Mjerno-redukcijski dio MRS-a



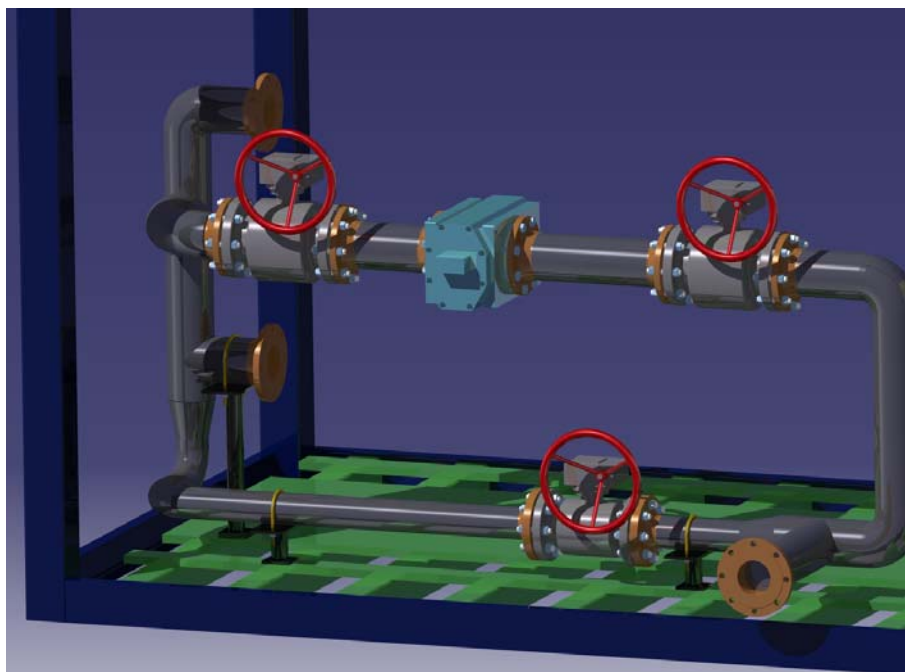
4. Montaža

Montaža čelične cijevne mreže u stanici obuhvaća montažu: cijevi, navojnih i navarnih cijevnih elemenata (koljena, T-komada, redukcijskih komada i slično), prirubnica i prirubničkih spojeva, navojnih spojeva i drugoga, a sve u skladu s odgovarajućim crtežima i specifikacijama materijala i opreme.

Proces montaže opreme obavljaju četiri radnika, osim pri pozicioniranju filter-zagrijača plina gdje ih je potrebno šest. Pozicioniranje opreme se vrši uz pomoć hidraulične sklopive dizalice, maksimalne nosivosti 1100 kg (ovisno o poziciji kрана). U osnovi, postupak montaže se svodi na pozicioniranje (i orijentiranje) i spajanje sklopova cijevnih elemenata, koji su u predmontaži zavareni, na nosače cijevi. Zatim, uz pomoć hidraulične dizalice, pozicionira se oprema (ventili, regulator tlaka, mjerilo protoka) i spaja prirubnicama na cijevne elemente. Pri procesu spajanja prirubnica potrebna su tri radnika, jer se istodobno spajaju obje strane opreme sa prirubnicama cjevovoda. Postupak se nastavlja dok se ne spoji sva oprema i svi cijevni elementi.

Za detaljniji opis elemenata rada montaže odabran je jedan dio montaže mjerno-redukcijskog dijela stanice, postupak montaže mjerne linije MRS-a (Slika 4.). Prirodni plin nakon prolaska kroz redukcijsku liniju ulazi u mjernu liniju te zatim izlazi iz MRS-a. Mjerna linija sadrži i zaobilazni vod.

Postupak montaže mjerne linije obuhvaća sve procese završne montaže kojima se montiraju cijevni elementi i oprema mjerno-redukcijskog dijela MRS-a te time predstavlja reprezentativan dio montaže opreme mjerno-redukcijske linije.



Slika 4. Mjerna linija MRS-a



Sustav MTM-2 [4] se sastoji od devet kategorija gibanja i dva elementa dodatak za težinu predmeta. Dvije ključne kategorije gibanja su uzimanje i postavljanje, to su ujedno i jedine varijabilne kategorije. Određivanjem osnovnih pokreta i dodjeljivanjem odgovarajućih vremena, određuje se vrijeme potrebno za izvođenje elemenata rada.

Montažu mjerne linije obavljaju četiri radnika. Njihovo se mjesto rada nalazi unutar kontejnera mjerno-redukcijske stanice te zauzima površinu od otprilike 6 m². Uz operacije spajanje opreme na radnom mjestu odvijaju se i operacije transporta ugradbenih elemenata kao što su ručni prijenos sklopova elemenata cijevi i transport slavina pomoću hidraulične dizalice.

Manji ugradbeni elementi, vijci i matice su smješteni u kutijama za odlaganje koje se nalaze na radnom mjestu unutar kontejnera blizu pozicija spajanja opreme. Brtve se nalaze u kutiji koja se može smjestiti unutar kontejnera. Veći ugradbeni elementi, slavine i sklopovi cijevnih elemenata su smješteni na paletama dalje od kontejnera.

Upotrebom sustava MTM-2 određeni su osnovni pokreti i vremena t_m za: postupak ručnog transporta sklopa elemenata cijevi, spajanja vijaka i matica, spajanja obujmice, zatezanja vijka, pripreme opreme za transport dizalicom, te postavljanje brtve.

Standardno vrijeme rada t_1 dobiva se iz množenjem vremena t_m faktorom dodatnog vremena, koji uključuje faktor zamora ($k_n=0,4$) i faktor djelovanja okoline ($k_a=1,2$ za normalne uvjete okoline):

$$t_1 = t_m (1 + k_n \cdot k_a). \quad (1)$$

Pri analizi vremena montaže mjerne linije pretpostavlja se da su oprema i materijali dostupni i pripremljeni za montažu, svi alati kalibrirani te su izvedene sve aktivnosti pripreme za proces spajanja vijkom. Tablica 1. sadrži standardna vremena, dobivena analizom rada sustavom MTM-2, dodijeljena elementima rada. Zbrojem trajanja svih elemenata rada dobiva se ukupno vrijeme montaže u trajanju od 162 minute.

5. Oblikovanje modela za simulaciju procesa montaže mjerne linije

Za oblikovanje procesa montaže korišten je programski paket DELMIA V5 R16. DELMIA je kompatibilna sa softverom CATIA te se svi 3D modeli proizvoda mogu upotrijebiti za oblikovanje i simulaciju procesa montaže. Za oblikovanje, simuliranje i analizu procesa montaže [2] koristio se DELMIA-in modul *Human Task Simulation* za simuliranje gibanja radnika tijekom ručne montaže, i *Assembly Process Simulation* za kombiniranje simulacija ručne montaže sa simulacijama sredstava za montažu kao npr. dizalice.

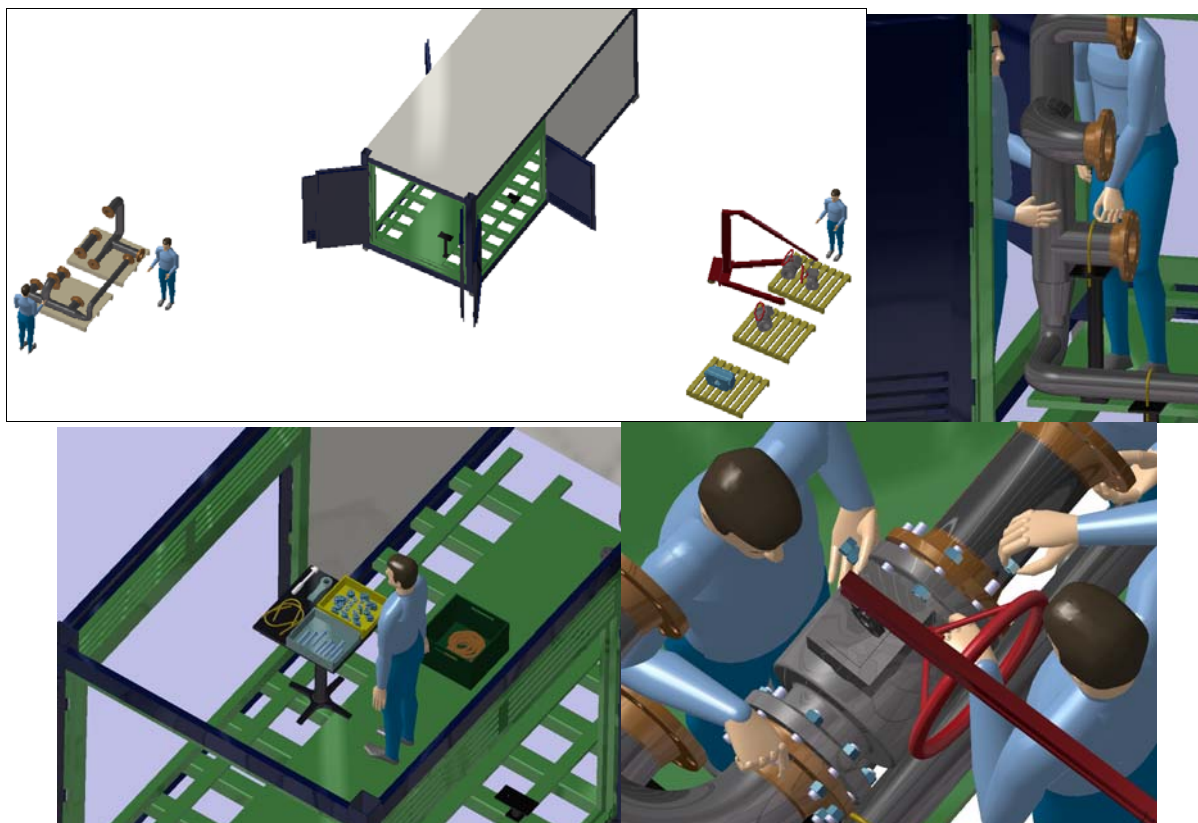
5.1. Oblikovanje radnog mjesta

Model prethodno oblikovanog kontejnera je postavljen u radni prostor. Stol za smještaj sredstva za montažu, manjih ugradbenih elemenata je pozicioniran unutar kontejnera zajedno sa kutijom koja sadrži brtve. Ostali ugradbeni elementi su postavljeni na paletama oko kontejnera, ne dalje od deset metara, te je uz njih pozicionirana hidraulična dizalica. Modeli ljudi su preuzeti iz baze podataka DELMIA-e te pozicionirani unutar radnog mjesta (Slika 5.).



Tablica 1. Usporedba vremena elemenata rada dobivenih simulacijom i sustavom MTM-2

Element rada	Učestalost	SIMULACIJA	MTM-2	
		t_m , minuta	t_m , minuta	t_1 , minuta
ER1	2	3,93	2,69	3,97
ER2	4	16,13	16,35	25,00
ER3	4	16,13	16,35	25,00
ER4	2	0,67	0,87	1,30
E5	1	0,35	0,44	0,67
E6	1	0,55	0,62	0,93
E7	1	0,50	0,62	0,93
E9	1	0,43	0,44	0,67
E10	1	0,50	0,62	0,93
E12	1	6,67	8,27	12,30
E13	1	6,67	8,27	12,30
E14	1	2,08	1,34	1,98
E16	1	6,67	8,27	12,30
E17	1	6,67	8,27	12,30
E18	1	2,75	1,34	1,98
E20 do E24	1	4*6,67	4*8,27	4*12,30
Ukupno, minuta		97,38	107,84	162,00



Slika 5. Radno mjesto montaže

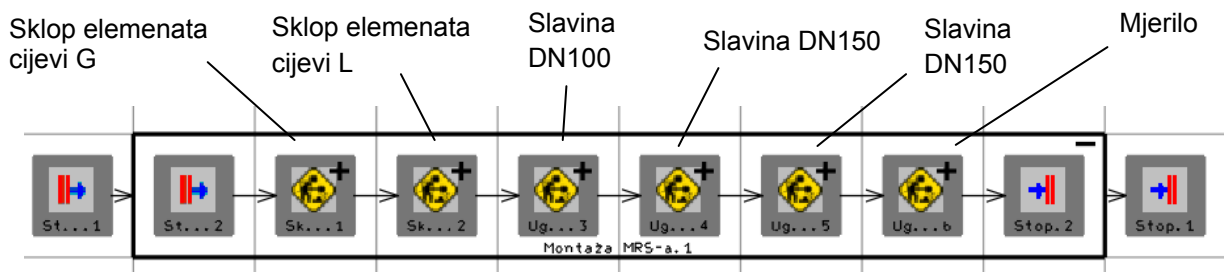
5.2. Oblikovanje gibanja

Kako bi se simulirao proces montaže potrebno je odrediti putanje ugradbenih elemenata i sredstava za montažu da odgovaraju očekivanom postupku montaže. Na početku, ljudski model je samo u stanju stajati na definiranoj poziciji. Kako bi se vjerno simulirao proces, potrebno je ljudske modele „naučiti“ osnovnim pokretima koje obavljaju tijekom pojedinih operacija montaže. Nakon što je utvrđen redoslijed spajanja opreme, moguće je umetnuti modele radnika u simulaciju i oblikovati pokrete radnika.

6. Simulacija procesa montaže mjerne linije

Tijekom izrade procesa u DELMIA-i slijedi se prethodno definiran plan montaže. Plan montaže u DELMIA-i prikazuje se dijagramom PERT (Slika 6.). Iz dijagrama PERT se vidi da je proces montaže podijeljen na šest elemenata rada pozicioniranja i spajanja opreme i cijevnih elemenata. Ti osnovni elementi se dalje dijele – podjela procesa je moguća sve do definiranja elementa rada ugradnje pojedinog ugradbenog elementa, npr. vijka i matice.

Definiranim elementima rada iz dijagrama PERT su dodani radnici i zatim simulirani pokreti rada. Svaka operacija je podijeljena na osnovne pokrete gibanja i za svako gibanje softver traži unos podataka (pozicije, udaljenosti) od korisnika. Poteškoća kod ovog pristupa modeliranja jest potreba za unosom velike količine podataka za pravilno postavljanje modela ljudi i rasporeda elemenata postrojenja.



Slika 6. Dijagram PERT montaže mjerne linije, prvi stupanj procesa

7. Usporedba vremena dobivena simulacijom i sustavom MTM-2

Simulacijski model procesa montaže omogućuje uvid u gibanja modela ljudi i opreme u 3D virtualnom okruženju tijekom animacije. Pomoću simulacije analiziraju se mogućnosti radnika da sastavi dio ili komponentu, koliko je „teško“ ili „lako“ sastaviti ili rastaviti neki sklop te procijeniti koliko dugo traje radnja, koliko je rad ergonomski primjeren, ima li dovoljno mjesta za alat i slično. Položaji tijela i njegovih dijelova mogu biti ispitani te se može odrediti udobnost, sigurnost, snaga i performanse radnika kada je u interakciji s predmetom rada. Moguće je analizirati sile i njihov utjecaj na zglobove i cjeline kao što su zdjelica, vrat, kralježnica, ramena i ruke. Softverskom simulacijom postaje moguće pouzdano predvidjeti interakciju ljudi i strojeva u stvarnom svijetu, i izbjegavaju se visoki troškovi fizičkih prototipova [7].



Iz simulacije su očitana vremena elemenata rada, t_m , te su u tablici 1. uspoređena vremena dobivena simulacijom s vremenima rada dobivenima primjenom sustava MTM-2.

Iz tablice 1. se mogu vidjeti mala odstupanja između vremena montaže dobivenih simulacijom i vremena po sustavu MTM-2. Najuočljivija vremenska razlika jest u trajanju rada zatezanja vijka gdje vrijeme dobiveno sustavom MTM-2 traje 1,6 minuta dulje od vremena simulacije. Razlika u kraćem trajanju pokreta radnika iz simulacije se može objasniti što radnik u simulaciji izvodi pokrete maksimalnom mogućom brzinom i akceleracijom pokreta bez obzira na veličinu i težinu predmeta s kojim je u interakciji. Pozornost na detalje tijekom definiranja pokreta u simulaciji ovisi o korisniku, te će između svake definirane pozicije tijela, ruke, zglobova modela sam model radnika po najkraćem mogućem putu zauzimati zadane pozicije: time ispravnost pokreta ovisi o količini unesenih podataka korisnika i može značajno utjecati na rezultat simulacije.

Može se primijetiti da jedino vremena elemenata rada transporta opreme dizalicom traju dulje u simulaciji nego MTM-2 sustavom. Model hidraulične dizalice je umetnut u simulaciju te se transport opreme dizalicom mogao detaljnije oblikovati dok je primjenom sustava MTM-2 vrijeme elemenata rada s dizalicom tek procijenjeno te zbog toga dolazi do odstupanja. Za izradu vjerodostojnije simulacije rada trebalo bi prikupiti podatke o tehnološkim vremenima rada sklopivom hidrauličnom dizalicom.

U tablici 1., jedinično vrijeme montaže, t_1 , dobiveno je uvećanjem vremena elemenata rada po sustavu MTM-2 za 48 % a prema izrazu (1). Uzimajući u obzir faktor dodatnog vremena odstupanje ukupnog vremena montaže dobiveno simulacijom i primjenom MTM-2 sustavom je znatno veće i iznosi 1,7 puta. Odstupanje se pojavljuje zato što je u DELMIA-i simuliran rad pod idealnim uvjetima u kojima nema zastoja te nije uzet u obzir umor radnika.

5. Zaključak

U radu su razmatrane mogućnosti unapređenja projektiranja mjerno-redukcijske stanice, i to sa stanovišta oblikovanja proizvoda i procesa njegove montaže. Projektiranje stanice zahtijeva suradnju i koordinaciju različitih struka koja je učinkovitije ostvariva primjenom naprednih pristupa i računalnih programa. Montaža MRS-a, kako je riječ o malim proizvodnim količinama, na razini nekoliko desetaka komada, izvodi se ručno. Stoga je u praksi uobičajeno da se glavnim projektom ne obuhvaća projektiranje procesa montaže nego se proces montaže prepušta iskustvu izvođača montažnih radova. Ipak, smatra se da bi se izradom plana montaže tijekom procesa projektiranja stanice postigla efikasnija montaža. Naime, planom se montaže određuju, uz ostalo, postupci i vremena izvođenja montaže, te se tako mogu definirati točne upute za izvršenje rada i pouzdanije odrediti troškovi montažnoga procesa. Usto, omogućila bi se jednostavnija i efikasnija koordinacija montažnih radova i drugih djelatnosti.

Stoga je ispitana mogućnost integriranog oblikovanja proizvoda – MRS-a, i procesa njegove montaže, programskim paketom CATIA/DELMIA.



Za montažu mjerne linije MRS-a razrađen je plan montaže, na razini elemenata rada, pri čemu su vremena određivana sustavom MTM-2 (vrijeme sklapanja iznosi 108 minuta) i simulacijom u programu DELMIA (vrijeme je sklapanja 97,38 minuta).

Dakle, na osnovi analize postojećeg postupka projektiranja uočene su mogućnosti za uspostavu znatno efikasnijeg postupka projektiranja MRS-a. Novi postupak projektiranja obuhvatio bi integrirano izvođenje svih potrebnih radnji (od projektiranja, razrade i proračuna konstrukcije, projektiranja strujnih instalacija, odabira i izrade potrebnih ugradbenih elemenata te same montaže) jednim CAD/CAM/CAE programskim paketom. Projektiranjem u virtualnom 3D okruženju može se i simulirati proces sklapanja (plan montaže, potrebna tehnička dokumentacija za montažu) MRS-a prije nego što je i jedan dio opreme u stvarnosti naručen ili izrađen.

U smislu daljnjeg rada, bilo bi prikladno razmotriti odnos između sustava MTM i DELMIA-ine programske definicije pokreta, za olakšano dobivanje još realnijeg simulacijskog modela procesa, te načiniti usporedbu s drugim CAE softverima (npr. Tecnomatix).

Nadalje, s obzirom na male proizvodne količine, umjesto sustava MTM-2, za analizu se mogao koristiti sustav MTM-MEK, upravo namijenjen da zadovolji karakteristike pojedinačne ili vrlo male serijske proizvodnje.

Na koncu, u budućem bi se radu mogla razmotriti mogućnost mehanizacije i automatizacije procesa montaže, upravo u svjetlu trendova prodora automatizacije u područja vrlo malih proizvodnih količina.

6. Literatura

- [1] Prasad, Biren. Concurrent Engineering Fundamentals, Volume II: Integrated Product Development. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996. (ISBN 978-0133969467)
- [2] Strsoglavac, Filip. Diplomski rad. Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2011.
- [3] Boothroyd, Geoffrey; Dewhurst, Peter; Knight, Winston A. Product Design for Manufacture and Assembly. Boca Raton: CRC Press, 2010. (ISBN 978-1420089271)
- [4] Krznar, Marko. MTM sistem za analizu ručnih i montažnih radova u serijskoj proizvodnji, Zagreb: SOUR Rade Končar, 1986.
- [5] Dassault Systemes. CATIA V5R19 Equipment & Systems Engineering CATIA - Piping & Instrumentation Diagrams 2 (PID).
http://www.catia.cz/fileadmin/Pictures_Menu/Catia/Catia_V5/Equipment/pdf/PID.pdf
Pristupljeno: 2011-07-18.
- [6] Dassault Systemes. CATIA V5R18 Equipment & Systems Engineering CATIA - Piping Design 2 (PIP).
<http://www.edstechnologies.com/assets/pdf/CATIA%20V5/Equipment%20&%20Systems/CATIA%20-%20Piping%20Design%202%20%28PIP%29.pdf>
Pristupljeno: 2011-07-18.
- [7] Fireman, Jerry; Lesinski, Nancy. Virtual Ergonomics: Taking Human Factors into Account for Improved Product and Process. Dassault Systèmes Delmia Corp., 2009.